

整理番号 2021M-109

補助事業名 2021年度公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究

補助事業者名 徳島県

## 1 補助事業の概要

### (1) 事業の目的

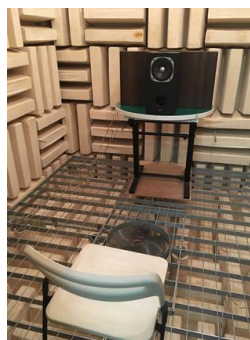
本研究では、車載用スピーカーの付加価値の向上を目的とし、スピーカー振動板の材質と人が感じる音の印象の関連性について明らかにする。具体的には、近年、用途開発が進んでいる繊維強化複合材料を用いてスピーカーの振動板を試作した。人が感じる様々な主観の中でも嗜好性に着目し、スピーカーから出力される音の嗜好性と振動板の材質との相関関係について検証を行った。

### (2) 実施内容

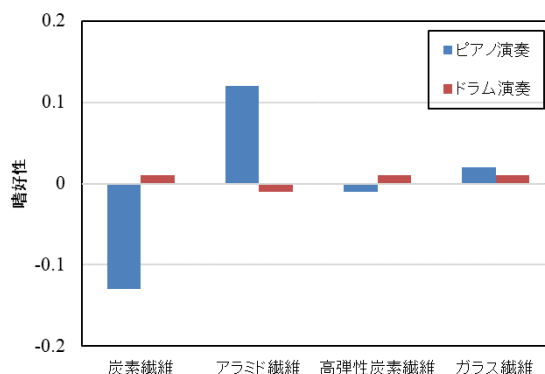
まず、振動板の設計と試作を行った。振動板の材質は、炭素繊維、アラミド繊維、高弾性炭素繊維、及びガラス繊維を用いた繊維強化複合材料とした。振動板をエンクロージャーに組み込み、主観評価を行った。その結果、音の嗜好性は振動板の材質と音楽の種類に依存することを確認できた。このため、ターゲットカスタマーが高頻度で聞く音源に合わせて、振動板の選定を行う必要があることが明らかとなった。



試作した振動板



実験環境



主観評価の結果

## 2 予想される事業実施効果

本研究で確立した評価法は、車載用スピーカーのみならず、オートバイ用イヤホンやヘッドホンなどにも適用できることから、汎用性が高い。今後、評価法を様々な機械関連製品へ応用することで、地域の機械関連産業の活性化に大きく寄与することが予想される。なお、引き続き、共同研究企業と連携し、本研究の成果を設計に盛り込み、製品化に向けた開発を行っていく。

## 3 補助事業に係る成果物

### (1) 補助事業により作成したもの

#### 研究結果報告書

[https://www.itc.pref.tokushima.jp/02\\_research/report/R3/2021JKA.pdf](https://www.itc.pref.tokushima.jp/02_research/report/R3/2021JKA.pdf)


2021年度JKA補助事業  
研究結果報告書

1. 研究題目  
車載用スピーカーの振動板の音質評価に関する研究

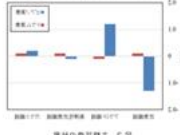
2. 担当機関  
徳島県立工業技術センター  
電子・情報技術部 科 研 課 建 構  
生活科学部 中 野 正 典  
共同実施機関  
研究開発部 佐藤 聡 也  
筑波大学  
システム情報系 水谷 孝一、若林 尚

3. 結果概要  
○背景・目的  
スピーカーは自動車など様々な移動用機械に搭載されており、利用者に聴覚的な印象を与える機能を果たすため、開発の予行が求められる。一方で、車載用スピーカーは狭小な空間に搭載されるため、振動板の材料特性に由来する音質の劣化が懸念される。また、振動板の材料特性と人が感じる音質の印象との関係性を定量的に評価することが必要である。本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。

○研究内容  
・設計・評価  
振動板の音質特性の中で、振動板の材料は音質特性に影響すると考えられている。そこで、材料の異なる振動板の設計と評価を行った。振動板の材料は、炭素繊維、アラミド繊維、高弾性ポリウレタン、及びガラス繊維強化プラスチック（FRP）の4種類とした。また、試作品の音質特性を評価し、振動板の音質特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。同一のエンクロージャー（音箱）に組み込んだ。



音質特性・結果概要・研究概要  
本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。



音質特性・結果概要・研究概要  
本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。



音質特性・結果概要・研究概要  
本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。本研究では、車載用スピーカーの音質特性を評価し、スピーカー振動板の材料特性と音質特性との関係性を定量的に評価することを目指す。また、音質特性を評価するための評価法を開発することを目指す。

4kHz付近の周波数のエネルギーが多く含まれるが、8kHz以上の周波数のエネルギーは小さくなっていることがわかる。一方で、高音域は炭素繊維は、4kHz-6kHz 付近の周波数のエネルギーが少なく、8kHz以上の周波数のエネルギーが大きい。また、炭素繊維とアラミド繊維の音質特性は、高音域と低音域の両方で高いことがわかった。また、炭素繊維とアラミド繊維の音質特性は、高音域と低音域の両方で高いことがわかった。また、炭素繊維とアラミド繊維の音質特性は、高音域と低音域の両方で高いことがわかった。

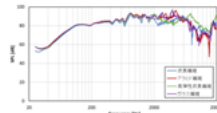


図4 周波数スペクトル特性

○まとめ

本研究において、スピーカーの振動板の材料特性をエンクロージャーに組み込んで音質特性を評価した結果、音の特性は振動板の材料と音質特性に依存することが確認できた。具体的には、ピアノ演奏においては、アラミド繊維の特性が高い一方で、ドラム演奏においては、炭素繊維の特性が高かった。このため、サウンドデザインが高音域で強く低音域で弱く、振動板の特性を設計に盛り込むことが明らかとなった。今後、共同研究企業と連携し、本研究の成果を設計に組み込み、製品化に向けた開発を行っていく。

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの

LED応用製品常設展示場におけるポスターの展示

([https://www.itc.pref.tokushima.jp/06\\_result/result\\_R03/2021\\_JKA.pdf](https://www.itc.pref.tokushima.jp/06_result/result_R03/2021_JKA.pdf))

令和3年度JKA共同研究  
車載用スピーカーの振動板の音質評価に関する研究

電子・情報技術担当 麻穂 雄樹、生活科学担当 中間 正典  
阿波製紙株式会社 佐藤 宏亮  
筑波大学 水谷 孝一、若槻 尚斗

1. 研究目的

本研究では、車載用スピーカーの付加価値の向上を目的とし、スピーカー振動板の材質と人が感じる音の印象の関連性について明らかにする。具体的には、近年、用途開発が進んでいる繊維強化複合材料を用いてスピーカーの振動板を試作した。人が感じる様々な主観の中でも嗜好性に着目し、スピーカーから出力される音の嗜好性と振動板の材質との相関関係について検証を行った。

2. 研究内容

まず、振動板の設計と試作を行った。振動板の材質は、炭素繊維、アラミド繊維、高弾性炭素繊維、及びガラス繊維を用いた繊維強化複合材料とした。振動板をエンクロージャーに組み込み、主観評価を行った。図1に、主観評価の実験環境を示す。音源は、ピアノ演奏とドラム演奏とした。図2に嗜好性の評価(平均値)を示す。図2に示すように、ピアノ演奏において、アラミド繊維の評価が最も大きく、炭素繊維の評価が小さくなっている。また、ドラム演奏においては、ピアノ演奏と比べて、嗜好性の違いが顕著でないものの、高弾性炭素繊維の評価が最も大きく、アラミド繊維の嗜好性が小さくなっている。以上より、音の嗜好性は振動板の材質と音楽の種類に依存することが確認された。

3. 研究成果

本研究において、スピーカーの振動板の試作品をエンクロージャーに組み込んで音質評価を行った結果、音の嗜好性は振動板の材質と音楽の種類に依存することを確認できた。このため、ターゲットカスタマーが高頻度で聞く音楽に合わせて、振動板の選定を行う必要があることが明らかとなった。今後、共同研究企業と連携し、本研究の成果を設計に組み込み、製品化に向けた開発を行っていく。



図1 実験環境

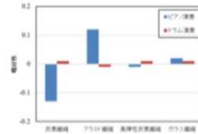


図2 主観評価の結果

徳島県立工業技術センター 技術支援ニュース No. 322

([https://www.itc.pref.tokushima.jp/08\\_news/news\\_322\\_220525.shtm](https://www.itc.pref.tokushima.jp/08_news/news_322_220525.shtm))

徳島県立工業技術センター 技術支援ニュース No.322 2022.5.25  
<https://www.itc.pref.tokushima.jp/>

2021年度JKA補助事業 共同研究結果について

徳島県立工業技術センターでは、公益財団法人JKA(機械)の補助を受け、下記の共同研究を実施いたしましたのでご案内いたします。

【研究テーマ】  
車載用スピーカー振動板の音質評価に関する研究

【概要】  
車載用スピーカーの付加価値の向上を目的とし、スピーカーの振動板の材質と人が感じる音の印象の関連性について、音質評価を行いました。  
結果として、人が感じる音の印象は、振動板の材質と音楽の種類に依存することがわかりました。

【研究結果報告書のダウンロード先】  
[https://www.itc.pref.tokushima.jp/02\\_research/report/R3/2021JKA.pdf](https://www.itc.pref.tokushima.jp/02_research/report/R3/2021JKA.pdf)

また、2022年4月8日付技術支援ニュースNo.316でご報告させていただいたように2021年度JKA補助事業により、音質計測装置、耐久試験機を導入しております。

※詳細については以下のページをご覧ください。

音質計測装置  
[https://www.itc.pref.tokushima.jp/01\\_service/machines/r03/r03\\_1.shtm](https://www.itc.pref.tokushima.jp/01_service/machines/r03/r03_1.shtm)  
耐久試験機  
[https://www.itc.pref.tokushima.jp/01\\_service/machines/r03/r03\\_2.shtm](https://www.itc.pref.tokushima.jp/01_service/machines/r03/r03_2.shtm)

その他のお知らせ

【貸工場の入居者募集】

現在、貸工場4室の入居者を募集中です。

【貸工場の詳細はこちら】

[https://www.itc.pref.tokushima.jp/01\\_service/06facility\\_03.shtm](https://www.itc.pref.tokushima.jp/01_service/06facility_03.shtm)

お問い合わせ先：工業技術センター 企画総務担当 福田  
TEL 088-635-7901 FAX 088-669-4755

■Eメールの配信登録・登録解除・登録内容変更は以下アドレスまで。

E-mail: [tokushimakoug@itc.pref.tokushima.jp](mailto:tokushimakoug@itc.pref.tokushima.jp)

■ご登録いただいた個人情報は「徳島県個人情報保護条例」

[https://reiki.pref.tokushima.lg.jp/reiki\\_honbun/g001RG00001071.html](https://reiki.pref.tokushima.lg.jp/reiki_honbun/g001RG00001071.html)

に基づき、適切に取り扱います。

■技術支援ニュース(メール配信サービス)のページ

[https://www.itc.pref.tokushima.jp/01\\_service/00mailnews.shtm](https://www.itc.pref.tokushima.jp/01_service/00mailnews.shtm)

■お問い合わせ先

徳島県立工業技術センター

企画総務担当 新藤 謙彦

〒770-8021 徳島市種賀町西側 11-2

Tel 088-635-7901 (ダイヤルイン) 088-669-4711 (代表)

Fax 088-669-4755

E-mail: [tokushimakoug@itc.pref.tokushima.jp](mailto:tokushimakoug@itc.pref.tokushima.jp)

URL: <https://www.itc.pref.tokushima.jp/>

4 事業内容についての問い合わせ先

団体名： 徳島県立工業技術センター  
(トクシマケンリツコウギョウギジュツセンター)

住所： 〒770-8021  
徳島県徳島市雑賀町西開11-2

代表者： 所長 栗田 栄治 (アワタ エイジ)

担当部署： 企画総務担当 (キカクソウムタントウ)

担当者名： 主任研究員 鎌倉 駿 (カマクラ シュン)

電話番号： 088-635-7901

F A X： 088-669-4755

E-mail： tokushimakougi@itc.pref.tokushima.jp

U R L： <https://www.itc.pref.tokushima.jp/>